

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
4 mars 2004 (04.03.2004)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2004/019097 A2**

(51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup> : G02B 6/42

(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR2003/002547

(22) Date de dépôt international : 19 août 2003 (19.08.2003)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :  
02/10808 23 août 2002 (23.08.2002) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :  
AVANEX FRANCE S.A. [FR/FR]; Route de Villejust,  
F-91625 Nozay Cedex (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : LECOQ,

Vincent [FR/FR]; 2, rue de la Roche Garnier, F-91460  
Marcoussis (FR). PICOT, David [FR/FR]; 25, rue Traver-  
sière, F-92100 Boulogne-Billancourt (FR).

(74) Mandataire : LENNE, Laurence; Feray Lenne Conseil,  
44/52, rue de la Justice, F-75020 Paris (FR).

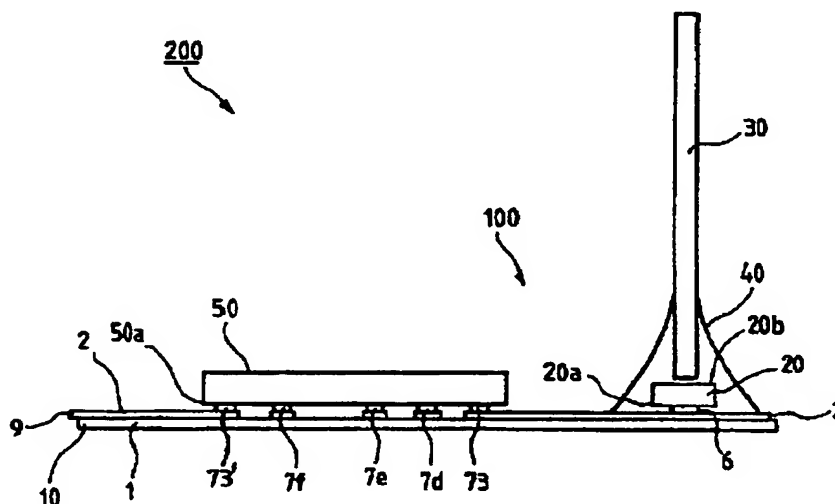
(81) États désignés (national) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ,  
BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ,  
DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,  
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK,  
LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,  
MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD,  
SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,  
US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (régional) : brevet ARIPO (GH, GM, KE,  
LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet  
eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: SYSTEM COMPRISING AN ELECTRICALLY-ACTIVE OPTICAL COMPONENT WHICH IS CONNECTED TO AN ELECTRONIC BOARD, OPTOELECTRONIC EQUIPMENT AND PRODUCTION METHOD THEREOF

(54) Titre : AGENCEMENT COMPORTANT UN COMPOSANT OPTIQUE ACTIF ELECTRIQUEMENT CONNECTE A UNE CARTE ELECTRONIQUE, EQUIPEMENT OPTOELECTRONIQUE ET LEUR PROCEDE DE FABRICATION



(57) Abstract: The invention relates to a system (100) comprising an electrically-active optical component (20) which is connected to a flexible electronic board (10), whereby said active optical component is intended to be aligned with an optical system (30). According to the invention, the electronic board consists of a flexible circuit with a high density of interconnections, known as a HDI flexible circuit, and the upper longitudinal face thereof comprises a metal solder area (6) which is in contact with a microwave transmission track of the HDI flexible circuit. Moreover, one of the faces of the aforementioned active optical component, which is known as the contact face (20a), comprises a metal contact pad which is aligned directly with the metal solder area (6) when said active optical component is turned over onto the HDI flexible circuit. The invention also relates to a piece of optoelectronic equipment containing one such system and to the production method of same.

[Suite sur la page suivante]



européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.*

**Publiée :**

- *sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport*

**(57) Abrégé :** La présente invention se rapporte à un agencement (100) comportant un composant optique actif (20) électriquement connecté à une carte électronique flexible (10), le composant optique actif étant destiné à être aligné avec un système optique (30). La carte électronique selon l'invention est un circuit flexible à haute densité d'interconnexions, dit circuit flexible HDI, dont la face longitudinale supérieure comprend une plage métallique de brasure (6) en contact avec une piste de transmission hyperfréquences du circuit flexible HDI. Le composant optique actif selon l'invention comprend sur l'une de ses faces, dite de contact (20a), une plage métallique de contact coïncidant directement avec la plage métallique de brasure (6) par retournement dudit composant optique actif sur le circuit flexible HDI. L'invention se rapporte également à un équipement optoélectronique contenant un tel agencement ainsi qu'à leur procédé de fabrication.

AGENCEMENT COMPORTANT UN COMPOSANT OPTIQUE ACTIF  
ELECTRIQUEMENT CONNECTE A UNE CARTE ELECTRONIQUE,  
EQUIPEMENT OPTOELECTRONIQUE ET LEUR PROCEDE DE  
FABRICATION

5           La présente invention concerne le domaine de l'optoélectronique et plus précisément se rapporte à un agencement comportant un composant optique actif électriquement connecté à une carte électronique, un équipement optoélectronique muni d'un boîtier comportant un tel agencement ainsi qu'à leur procédé de fabrication.

10           De manière connue, les signaux optiques numériques porteurs d'informations sont généralement sous forme d'une onde porteuse optique modulée en amplitude et/ou en phase à une fréquence de plus en plus élevée, actuellement de l'ordre de 10 GHz.

          Dans les équipements optoélectroniques émetteurs de tels signaux  
15 optiques modulés, un composant optique actif tel qu'un laser reçoit d'une part d'un driver des signaux électriques hyperfréquences utiles pour la modulation et d'autre part est couplé optiquement à un système optique passif comprenant, par exemple, des moyens de guidage tels qu'une fibre optique, éventuellement associés à d'autres moyens optiques (lentille de  
20 collimation, isolateur optique etc).

          Dans les équipements optoélectroniques récepteurs, un composant optique actif tel qu'une photodiode reçoit les signaux optiques modulés d'un système optique le plus souvent passif et délivre en sortie les signaux électriques hyperfréquences utiles généralement injectés dans un  
25 préamplificateur électrique relié à un connecteur hyperfréquences.

          Le composant optique actif émetteur ou récepteur et les éléments du système optique associé sont alignés les uns par rapport aux autres pendant leur installation. Soumis ensuite à des variations de température importantes, ces composants optiques doivent tenir les contraintes mécaniques pour  
30 éviter un désalignement et maintenir un bon couplage.

Par ailleurs, ces équipements optoélectroniques émetteurs ou récepteurs sont dans des boîtiers de plus en plus compacts, pour un souci d'intégration. Dans ces boîtiers, le composant optique actif est disposé et électriquement connecté via des fils d'or sur une embase, typiquement en 5 céramique, cet assemblage étant disposé et électriquement connecté via des fils d'or sur un support approprié de type carte électronique qui assure les interconnexions.

La demande de brevet EP 1 154 298 propose un agencement comportant une photodiode dont la surface photosensible située sur l'une 10 des faces est attachée directement à une extrémité d'une fibre optique au moyen d'un adhésif optiquement transparent. Le joint adhésif représente ainsi la seule fixation mécanique de la photodiode de sorte que ce dispositif ne nécessite pas l'utilisation d'embase, ce qui réduit donc le nombre de pièces utilisées. Un tel agencement vise à réduire le désalignement de la 15 fibre optique et de la photodiode l'une par rapport à l'autre. Des fils d'or assurent les interconnexions entre la photodiode, la carte électronique et un préamplificateur électrique.

La qualité des interconnexions est primordiale pour les applications hyperfréquences et l'emploi de fils d'interconnexion n'est pas souhaitable. En 20 effet, leur impédance est difficilement adaptable dans cette gamme de fréquences élevées car cela implique de minimiser drastiquement leurs longueurs.

En outre, les contacts par soudure de chacun de ces fils d'interconnexion sont délicats à réaliser: une telle opération est manuelle, 25 peu fiable et ne peut permettre d'atteindre des cadences industrielles élevées et donc constitue une opération coûteuse.

Le document US 6 164 838 A propose un agencement comportant, dans le huitième mode de réalisation présenté en figure 17, un agencement comportant un module à photodiode électriquement connecté à une carte 30 électronique par l'intermédiaire de trois pattes et relié par une fêrûle à une extrémité d'une fibre optique encastrable.

La carte électronique est un circuit flexible dit « FPC » à multicouches, choisi pour réduire les contraintes apparaissant lors de l'attachement ou du détachement de l'agencement de son environnement par exemple un ordinateur. Aussi, la gestion des contraintes est possible.

5           Toutefois la qualité des interconnexions reste insuffisante. En outre, l'agencement proposé non seulement n'est pas performant à haut débit mais est compliqué à réaliser, peu intégrable et onéreux.

Un objet de la présente invention est de fournir un agencement simple, compact et peu onéreux comportant un composant optique actif  
10 électriquement connecté à une carte électronique et destiné à être aligné optiquement avec un système optique. Cet agencement doit être adapté pour les hauts débits et libéré des contraintes mécaniques.

La présente invention vise également à fournir un équipement optoélectronique simple, compact et peu onéreux muni d'un boîtier  
15 comportant un composant optique actif électriquement connecté à une carte électronique et aligné optiquement avec un système optique. Cet équipement doit être performant à haut débit et peu sensible aux fluctuations thermiques pour maintenir l'alignement optique.

La présente invention vise enfin à fournir un procédé de fabrication  
20 de cet agencement et de cet équipement qui soit simple, rapide, peu onéreux, permettant un assemblage précis et automatisable, en d'autres termes aisément compatible avec les exigences industrielles.

A cet effet, la présente invention propose un agencement comportant un composant optique actif électriquement connecté à une carte électronique  
25 flexible, le composant optique actif étant destiné à être aligné avec un système optique,

caractérisé en ce que la carte électronique est un circuit flexible à haute densité d'interconnexions, dit circuit flexible HDI, dont la face longitudinale supérieure comprend une plage métallique de brasure en contact avec une  
30 piste de transmission hyperfréquences du circuit flexible HDI,

et en ce que le composant optique actif comprend sur l'une de ses faces, dite de contact, une plage métallique de contact coïncidant directement avec la

plage métallique de brasure par retournement dudit composant optique actif sur le circuit flexible HDI.

Par circuit flexible on entend une carte électronique déformable, et donc apte à relaxer les contraintes mécaniques et même à miniaturiser  
5 l'agencement (par pliages etc). De tels avantages ne sont pas fournis par les cartes électronique rigides ou semi-rigides classiquement utilisées dans les équipements optoélectroniques.

Par ailleurs, par circuit HDI, on entend une carte électronique à circuit d'interconnexions en couches minces éventuellement gravées. Par  
10 cette technologie, les zones isolantes entre la ou les pistes de transmission des signaux électriques utiles et les zones de masses peuvent être réduites et contrôlées pour les applications en hyperfréquences de même que les largeurs des pistes. Ces pistes sont donc compatibles avec les hyperfréquences et permettent aisément d'aboutir à une adaptation  
15 d'impédances.

Des circuits flexibles HDI (de l'anglais High Density Interconnection Flex Circuit) sont déjà commercialisés et utilisés dans les domaines tels que la téléphonie mobile ou le médical. Dans ces domaines, les composants électroniques sont principalement assemblés par collage.

20 Le circuit flexible HDI selon l'invention a un design adapté pour les hyperfréquences et supporte un composant optique actif retourné (report 'flip-chip') et assemblé par brasure.

Ce maintien direct par brasure et de type 'flip-chip' présente de multiples avantages tant au niveau du gain en performances qu'au niveau de  
25 son coût. Cela évite l'utilisation d'embase et des fils d'interconnexion et permet un positionnement précis du composant optique actif. Cela peut aussi faciliter son alignement avec le système optique.

Dans un maintien direct par collage, la colle peut s'étaler et créer des courts circuits. Dans un maintien direct par thermo compression, l'élément  
30 optique actif peut casser sous l'effet de la pression exercée ou être détérioré par les hautes températures. Tous ces inconvénients sont évités par la solution de l'invention.

Le circuit flexible HDI selon l'invention comprenant donc une plage métallique de brasure est donc apte à supporter les conditions de dépôt de métal de brasure ainsi que les conditions de report du composant optique actif à la température de fusion du métal pendant quelques secondes.

5 Le métal de brasure peut par exemple être un alliage d'or étain qui présente un point de fusion compris entre 250°C et 300°C ou d'étain plomb. Le métal de contact quant à lui peut être de l'or.

Avantageusement, la plage métallique de brasure peut comprendre un réseau de plots métalliques de brasure dont le diamètre est de l'ordre de  
10 30 µm.

Des plots de si petit diamètre ne peuvent être réalisés avec de la colle or ces tailles réduites permettent de limiter les capacités parasites.

Dans un mode de réalisation préféré, la face longitudinale supérieure du circuit flexible HDI comprend une zone d'isolation électrique sensiblement  
15 en anneau autour de l'une des extrémités de la piste de transmission hyperfréquences et se prolongeant par une zone d'isolation électrique évasée. Et dans ce mode, l'un des plots métalliques de brasure, dit plot central, est disposé sur cette extrémité de piste et les autres plots métalliques de brasure sont répartis sensiblement en demi-cercle(s) sur une  
20 zone conductrice de masse, au voisinage du bord de ladite zone d'isolation électrique en anneau.

Ces formes particulières pour les zones d'isolation électrique - typiquement interstices d'air - permettent d'éloigner le signal hyperfréquences de la masse au niveau du composant optique actif tel  
25 qu'une photodiode pour optimiser ses performances (design « microstrip »).

Dans ce dernier mode de réalisation, la zone d'isolation électrique évasée peut déboucher sur une zone d'isolation électrique rétrécie.

Ce design de type coplanaire est prévu pour rapprocher la masse des signaux hyperfréquences utiles en particulier vers l'entrée d'un  
30 composant électronique actif monté sur le circuit flexible HDI.

De préférence, le composant optique actif peut être choisi parmi une photodiode apte à recevoir des signaux optiques modulés par la face

longitudinale dite réceptrice parallèle à la face de contact, et un laser apte à délivrer des signaux optiques modulés par la face longitudinale dite émettrice, parallèle à la face de contact.

Dans un mode de réalisation avantageux, la face longitudinale  
5 supérieure du circuit flexible HDI comprend une autre plage métallique de brasure, ladite autre plage étant en contact avec l'une des extrémités de la piste de transmission hyperfréquences et avec une autre piste de transmission hyperfréquences du circuit flexible HDI. Dans ce mode de réalisation, l'agencement comprend également un composant électronique  
10 actif ayant sur l'une de ses faces dite de contact une plage métallique de contact coïncidant directement avec ladite autre plage métallique de brasure par retournement du composant électronique actif sur le circuit flexible HDI.

Le composant électronique actif peut être par exemple un préamplificateur ou un driver.

15 La présente invention propose aussi un équipement optoélectronique muni d'un boîtier et qui comprend l'agencement tel que décrit précédemment ainsi qu'un système optique aligné avec le composant optique actif, l'agencement et le système optique étant maintenus dans le boîtier.

20 Lorsque le composant optique actif est choisi parmi ladite photodiode et ledit laser, le circuit flexible HDI est coudé et la face longitudinale supérieure comprend une première partie en regard du fond du boîtier prolongée par une deuxième partie contenant ladite plage de brasure en regard de l'une des faces latérales transversales du boîtier.

25 Ce montage particulier permet de recevoir à l'entrée du boîtier des signaux optiques modulés se propageant sensiblement parallèlement au fond du boîtier et d'émettre en sortie des signaux électriques hyperfréquences se propageant sensiblement dans le même plan.

30 La face réceptrice du composant optique actif peut être attachée par un adhésif transparent optiquement à une extrémité d'une fibre optique solidaire de ladite face latérale transversale du boîtier, de façon à faciliter le maintien d'un bon alignement optique.



La présente invention propose enfin un procédé de fabrication d'un agencement tel que décrit précédemment,

caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- une étape de formation de la plage métallique de brasure du circuit flexible HDI par dépôt de type physique en phase vapeur,
- une étape de formation de la plage métallique de contact du composant optique actif,
- une étape de montage par retournement et par brasure du composant optique actif sur le circuit flexible HDI.

Le dépôt physique en phase vapeur est typiquement de la pulvérisation cathodique ou de l'évaporation sous vide.

L'étape de montage selon l'invention est rapide, automatisable et conduit à un positionnement précis du composant optique actif.

Le procédé de fabrication peut comprendre les étapes suivantes :

- une étape de formation de l'autre plage métallique de brasure du circuit flexible HDI par dépôt de type physique en phase vapeur,
- une étape de formation de la plage métallique de contact du composant électronique actif,
- une étape de montage par retournement et par brasure du composant électronique actif sur le circuit flexible HDI.

La présente invention propose enfin un procédé de fabrication d'un équipement optoélectronique tel que décrit précédemment caractérisé en ce qu'il comprend les étapes de fabrication d'un agencement déjà décrites et en ce qu'il comprend une étape de maintien de l'agencement et du système optique dans ledit boîtier incluant le coudage du circuit flexible HDI.

Lorsque l'équipement optoélectronique est conçu pour comprendre une fibre optique attachée au composant optique actif, l'étape de maintien de l'agencement et de la fibre optique dans le boîtier inclut :

- le collage de la fibre optique dans l'une des faces latérales transversales et le collage du composant électronique actif dans le fond du boîtier,
- la soudure de l'extrémité du circuit flexible HDI sur une interconnexion disposée au niveau de l'autre des faces latérales transversales du boîtier.

Les particularités et avantages de l'invention apparaîtront clairement à la lecture de la description qui suit, faite à titre d'exemple illustratif et non limitatif et faite en référence aux figures annexées dans lesquelles :

- 5       • la figure 1 représente schématiquement une vue de dessus d'un circuit flexible HDI conforme à l'invention,
- la figure 2, représente schématiquement une vue de dessous du circuit flexible HDI de la figure 1,
- la figure 3, illustre schématiquement l'étape de montage par retournement d'un composant optique actif sur le circuit HDI flexible de la figure 1,
- 10       • la figure 4 représente schématiquement une vue de côté et longitudinale d'un module optoélectronique comportant le circuit flexible HDI, le composant optique actif de la figure 3 et un composant électronique actif, lesquels sont montés par retournement et par brasure selon un mode de réalisation préféré de l'invention,
- 15       • la figure 5 représente schématiquement une vue de côté et en coupe longitudinale d'un équipement optoélectronique muni d'un boîtier incorporant le module de la figure 4,
- 20       • la figure 6 représente schématiquement une vue de dessus, sans le couvercle du boîtier, de l'équipement optoélectronique de la figure 5.

La figure 1 représente schématiquement une vue de dessus d'un circuit flexible HDI 10 correspondant à une carte électronique conforme à 25 l'invention.

Le circuit flexible HDI 10 comprend une face longitudinale supérieure 10a destinée à recevoir un composant optique actif (comme indiqué par le rectangle en pointillé X) par exemple récepteur tel qu'une photodiode, et un composant électronique actif (comme indiqué par le rectangle en pointillé X') 30 par exemple un préamplificateur.

Le circuit flexible HDI 10 est composé d'un substrat isolant 1 en polyimide par exemple épais de 15  $\mu\text{m}$  environ. Ce substrat 1 est recouvert d'une multicouche métallique 2 composée dans cet ordre d'une couche en cuivre (non visible) d'épaisseur entre 1 à 20  $\mu\text{m}$  et par exemple égale à 5 7  $\mu\text{m}$ , d'une couche de nickel (non visible) d'épaisseur environ égale à 1,5  $\mu\text{m}$  et d'une couche d'or d'épaisseur entre 0,3 à 1,5  $\mu\text{m}$ .

Ces couches minces métalliques sont déposées par les techniques de dépôt classiques (par pulvérisation cathodique ou par évaporation). Par un système de masquage et de gravure chimique, la multicouche 2 va former 10 des masses et des pistes de transmission hyperfréquences ainsi que les pistes d'alimentation électrique du préamplificateur. En cas de besoin, la multicouche peut aussi être utilisée pour former des capacités, des résistances et des inductances.

Plus précisément, la face longitudinale supérieure 10a comporte une 15 piste de transmission hyperfréquences dite piste HF d'entrée 3 pour la propagation des signaux hyperfréquences utiles à 10 GHz entre la photodiode et le préamplificateur. La largeur de la piste HF d'entrée 3 est réduite au voisinage de la photodiode puis s'élargit.

La piste HF d'entrée 3 est séparée de la masse dite d'entrée 4 par 20 une zone d'isolation électrique 5 sous forme d'un espace vide au-dessus du substrat en polyimide 1 et principalement en trois parties 51, 52, 53. La première partie 51 située au voisinage de l'extrémité d'entrée de la piste HF d'entrée 4 (côté photodiode) est sensiblement en forme d'anneau et débouche sur une deuxième partie évasée 52 formée de deux ailettes 52a, 25 52b de part et d'autre de la piste HF d'entrée 3. Les ailettes débouchent sur une troisième partie 53 formée de deux rectangles 53a, 53b.

Pour des performances HF optimisées à 10 GHz, l'anneau 51 et les ailettes 52a, 52b ont une largeur de l'ordre de 100  $\mu\text{m}$  et de 200  $\mu\text{m}$  respectivement, et les rectangles 53a, 53b ont une largeur inférieure ou 30 égale à 50  $\mu\text{m}$  et de préférence inférieure ou égale à 20  $\mu\text{m}$ . De même, la piste HF d'entrée 3 a une largeur de l'ordre de 300  $\mu\text{m}$ . La figure 1, schématique, n'est pas à l'échelle.

Au niveau de la zone prévue X prévue pour le montage de la photodiode, la face longitudinale supérieure 10a comprend une plage métallique de brasure sous forme d'un réseau 6 de plots de brasure à base circulaire (de type bosse ou bump en anglais) en un alliage d'or étain de préférence et de diamètre de l'ordre de 30  $\mu\text{m}$  de préférence. Un plot central 61 est disposé sur l'extrémité de la piste HF d'entrée 3 et les autres plots de brasure 62 sont répartis sensiblement en deux demi-cercles sur la masse d'entrée 4, au voisinage du bord de l'espace en anneau 51.

Au niveau de la zone prévue X' prévue pour le montage du préamplificateur, la face longitudinale supérieure 10a comprend une autre plage métallique de brasure 7 sous forme d'un réseau de plots de brasure à base carrée et en un alliage d'or étain de préférence.

Trois plots d'entrée 71 à 73 sont disposés au dessus des extrémités de sortie de la piste HF d'entrée 3 et de la masse d'entrée 4.

Par exemple, six plots 7a à 7f sont respectivement disposés sur les extrémités d'entrée de six pistes d'alimentation électrique basses fréquences dites pistes BF 8a à 8f qui s'étendent latéralement. Trois plots de sortie 71' à 73' sont disposés sur les extrémités d'entrée de la piste de transmission hyperfréquences de sortie 3' des signaux HF utiles amplifiés et de deux pistes de masse 4', 4'' de part et d'autre de cette piste HF de sortie 3'. Les extrémités de sortie des six pistes BF 8a à 8f sont des languettes à connecter qui ne reposent pas sur le substrat 1.

Le nombre de plots de brasure pour l'alimentation électrique et leurs répartitions dépend du composant électronique actif à monter de même que le nombre de pistes BF. En outre, des capacités de découplage peuvent être réalisées.

De même, les extrémités des pistes de masse et de sortie HF 4', 4'', 3' sont des languettes à connecter 9 ne reposant pas sur le substrat 1.

Les plages de brasure 6, 7 ont été formées par dépôt physique en phase vapeur sur de l'or et par masquage.

La figure 2, représente schématiquement une vue de dessous du circuit flexible HDI 10 montrant la face longitudinale inférieure 10b en

polyimide 1, les extrémités sous forme de languettes de connexion 9 de la piste HF de sortie 3' et des pistes de masse 4', 4'' et les extrémités de sortie des pistes BF 8a à 8f.

La figure 3 illustre schématiquement l'étape de montage par retournement d'une photodiode 20 sur la face longitudinale supérieure 10a du circuit flexible HDI 10.

La face longitudinale de contact 20a de la photodiode 20 est munie d'une plage métallique de contact 21 sous forme d'un réseau de contacts en or de type cylindrique, comprenant un contact central 211 et de contacts 212 en deux demi-cercles pour coïncider avec le réseau des plots de brasure 6 lors du retournement (symbolisé par la flèche F). Ensuite, la brasure est réalisée pour fixer la photodiode 20.

La photodiode 20 est de type à illumination par la surface : elle reçoit des signaux optiques modulés par la face longitudinale réceptrice 20b parallèle à la face de contact 20a.

La figure 4 représente schématiquement une vue de côté et longitudinale d'un module optoélectronique 200 comportant un agencement 100 comprenant le circuit flexible HDI 10, la photodiode 20 et un préamplificateur 50, lesquels sont montés par retournement et par brasure dans un mode de réalisation préféré de l'invention.

Le préamplificateur 50 comporte sur une face longitudinale de contact 50a une plage de contact métallique (non représentée) sous forme d'un réseau de contacts carrés en or disposés sur les plots de brasure du support 73, 7d, 7e, 7f, 73' eux mêmes sur la couche d'or de la multicouche métallique 2.

La face réceptrice 20b de la photodiode 20, parallèle à la face de contact 20a, est attachée à une extrémité d'une fibre optique 30 par un adhésif transparent optiquement 40. La fibre optique 30 et la photodiode 20 sont alignés l'une par rapport à l'autre pour un couplage optimum.

La figure 5 représente schématiquement une vue de côté et en coupe longitudinale d'un équipement optoélectronique 300 récepteur de signaux optiques modulés et muni d'un boîtier 60 incorporant le module 200.

Le boîtier 60 est composé d'un fond de boîtier 61 et d'un couvercle 64 et de deux faces latérales transversales d'entrée et de sortie 62, 63. La face latérale d'entrée 62 reçoit la fibre optique 30 maintenue par une colle 31 ou, dans une variante, par une brasure. La face latérale de sortie 63 accueille des inserts isolants 81, 82 ainsi qu'une couche d'interconnexion en or 83 en contact par soudure avec la languette 9 et en contact avec des broches de sortie 84.

Après montage et maintien du module 200, le circuit flexible HDI 10 présente un coude 111 de sorte que la face longitudinale supérieure 10a comprend une première partie relative au composant électronique actif en regard du fond du boîtier 61, prolongée par une deuxième partie relative au composant optique actif en regard de la face latérale transversale d'entrée 62. En outre, du côté du face latérale transversale de sortie 63, le circuit flexible HDI 10 présente par exemple un deuxième coude 112 prévu pour s'adapter à la hauteur des inserts 81, 82.

Lorsque le boîtier 60 et la fibre optique 30 se dilatent ou se contractent du fait des variations de température, le circuit flexible HDI va se déformer en conséquence (comme symbolisé par la flèche J) ce qui empêche la fibre de casser.

La face longitudinale 50b du préamplificateur 50 qui est parallèle à la face de contact 50a, est fixée au fond du boîtier 61 au moyen d'une colle 51, pour réduire les dissipations thermiques.

La figure 6 représente une vue de dessus, sans le couvercle du boîtier 60, de l'équipement optoélectronique récepteur 300 mettant en évidence la connexions des extrémités de sortie des pistes BF 8a à 8f sur des inserts 85, 86 au niveau des faces transversales longitudinales 65, 66.

L'équipement optoélectronique récepteur 300 sans fil d'interconnexion ni embase est adapté pour les hyperfréquences, peu onéreux, facile à fabriquer et compact. Cet équipement n'est pas soumis à des contraintes mécaniques élevées.

Dans une première variante de ce mode de réalisation préféré, on peut remplacer la photodiode par un laser, par exemple à émission par la

surface, et le préamplificateur par un driver pour fabriquer un équipement optoélectronique émetteur. Dans ce cas, des moyens classiques de contrôle de la température du laser peuvent être ajoutés.

Dans une deuxième variante de ce mode de réalisation préféré, le circuit flexible HDI selon l'invention peut comprendre un empilement composé de plusieurs multicouches métalliques telles que la multicouche 2 séparées par plusieurs substrats isolants en polyimide par exemple épais de 7  $\mu\text{m}$  tel que le substrat 1, ces différentes multicouches métalliques pouvant être interconnectées par l'intermédiaire de trous métallisés (via holes en anglais ) réalisés dans les uns et/ou les autres substrats isolants.

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée au mode de réalisation qui vient d'être décrit.

L'emploi d'un composant électronique actif n'est pas toujours nécessaire.

Le système optique aligné avec la photodiode ou tout autre composant optique actif peut être composé d'autres moyens que la fibre optique (microsystème électro opto mécanique, lentilles, isolateurs, atténuateur optique variable...).

L'invention permet aussi de concevoir des équipements fonctionnant à des fréquences supérieures à 10 GHz par exemple de l'ordre de 40 GHz.

Enfin, on pourra remplacer tout moyen par un moyen équivalent sans sortir du cadre de l'invention.

## REVENDICATIONS

1. Agencement (100) comportant un composant optique actif (20) électriquement connecté à une carte électronique flexible (10), le composant optique actif étant destiné à être aligné avec un système optique,  
5 caractérisé en ce que la carte électronique est un circuit flexible à haute densité d'interconnexions, dit circuit flexible HDI, dont la face longitudinale supérieure (10a) comprend une plage métallique de brasure (6) en contact avec une piste de transmission hyperfréquences (3) du circuit flexible HDI,  
10 et en ce que le composant optique actif comprend sur l'une de ses faces (20a), dite de contact, une plage métallique de contact (21) coïncidant directement avec la plage métallique de brasure par retournement dudit composant optique actif sur le circuit flexible HDI.
- 15 2. Agencement (100) selon la revendication 1 caractérisé en ce que la plage métallique de brasure (6) comprend un réseau de plots métalliques de brasure (61, 62) dont le diamètre est de l'ordre de 30 µm.
- 20 3. Agencement (100) selon la revendication 2 caractérisé en ce que la face longitudinale supérieure (10a) du circuit flexible HDI (10) comprend une zone d'isolation électrique (51) sensiblement en anneau autour de l'une des extrémités de la piste de transmission hyperfréquences (3) et se prolongeant par une zone d'isolation électrique évasée (52) et en ce que  
25 que l'un desdits plots métalliques de brasure, dit plot central (61), est disposé sur ladite extrémité et les autres plots métalliques de brasure (62) sont répartis sensiblement en demi-cercle(s) sur une zone conductrice de masse (4), au voisinage du bord de ladite zone d'isolation électrique en anneau.
- 30 4. Agencement (100) selon la revendication 3 caractérisé en ce que la zone d'isolation électrique évasée (52) débouche sur une zone d'isolation électrique rétrécie (53).



5. Agencement (100) selon l'une des revendications 1 à 4 caractérisé en ce que le composant optique actif est choisi parmi une photodiode (20) apte à recevoir des signaux optiques modulés par la face longitudinale (20b) dite réceptrice parallèle à la face de contact (20a), et un laser apte à délivrer des signaux optiques modulés par la face longitudinale dite émettrice parallèle à la face de contact.
6. Agencement (100) selon l'une des revendications 1 à 5 caractérisé en ce que la face longitudinale supérieure (10a) du circuit flexible HDI (10) comprend une autre plage métallique de brasure (7), ladite autre plage étant en contact avec une extrémité de la piste de transmission hyperfréquences (3) et avec une autre piste de transmission hyperfréquences (3') du circuit flexible HDI (10) et en ce qu'il comprend un composant électronique actif (50) ayant sur l'une de ses faces dite de contact (50a) une plage métallique de contact coïncidant directement avec ladite autre plage métallique de brasure par retournement du composant électronique actif sur le circuit flexible HDI.
7. Equipement optoélectronique (300) muni d'un boîtier (60) caractérisé en ce qu'il comprend l'agencement (100) selon l'une des revendications 1 à 6 et un système optique (30) aligné avec le composant optique actif (20), l'agencement et le système optique étant maintenus dans le boîtier.
8. Equipement optoélectronique (300) selon la revendication 7 caractérisé en ce que, lorsque le composant optique actif (20) est choisi parmi ladite photodiode et ledit laser, le circuit flexible HDI (10) est coudé et la face longitudinale supérieure (10a) comprend une première partie en regard du fond du boîtier (61), prolongée par une deuxième partie contenant ladite plage de brasure (6) en regard de l'une des faces latérales transversales (62) du boîtier.
9. Equipement optoélectronique (300) selon la revendication 8 caractérisé en ce que la face réceptrice (20b) du composant optique actif (20) est attachée par un adhésif transparent optiquement (40) à une extrémité

d'une fibre optique (30) solidaire de ladite face latérale transversale (62) du boîtier.

10. Procédé de fabrication d'un agencement (100) selon l'une des revendications 1 à 6 caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- 5 - une étape de formation de la plage métallique de brasure (6) du circuit flexible HDI (10) par dépôt de type physique en phase vapeur,
- 10 - une étape de formation de la plage métallique de contact (21) du composant optique actif (20),
- une étape de montage par retournement et par brasure du composant optique actif (20) sur le circuit flexible HDI.

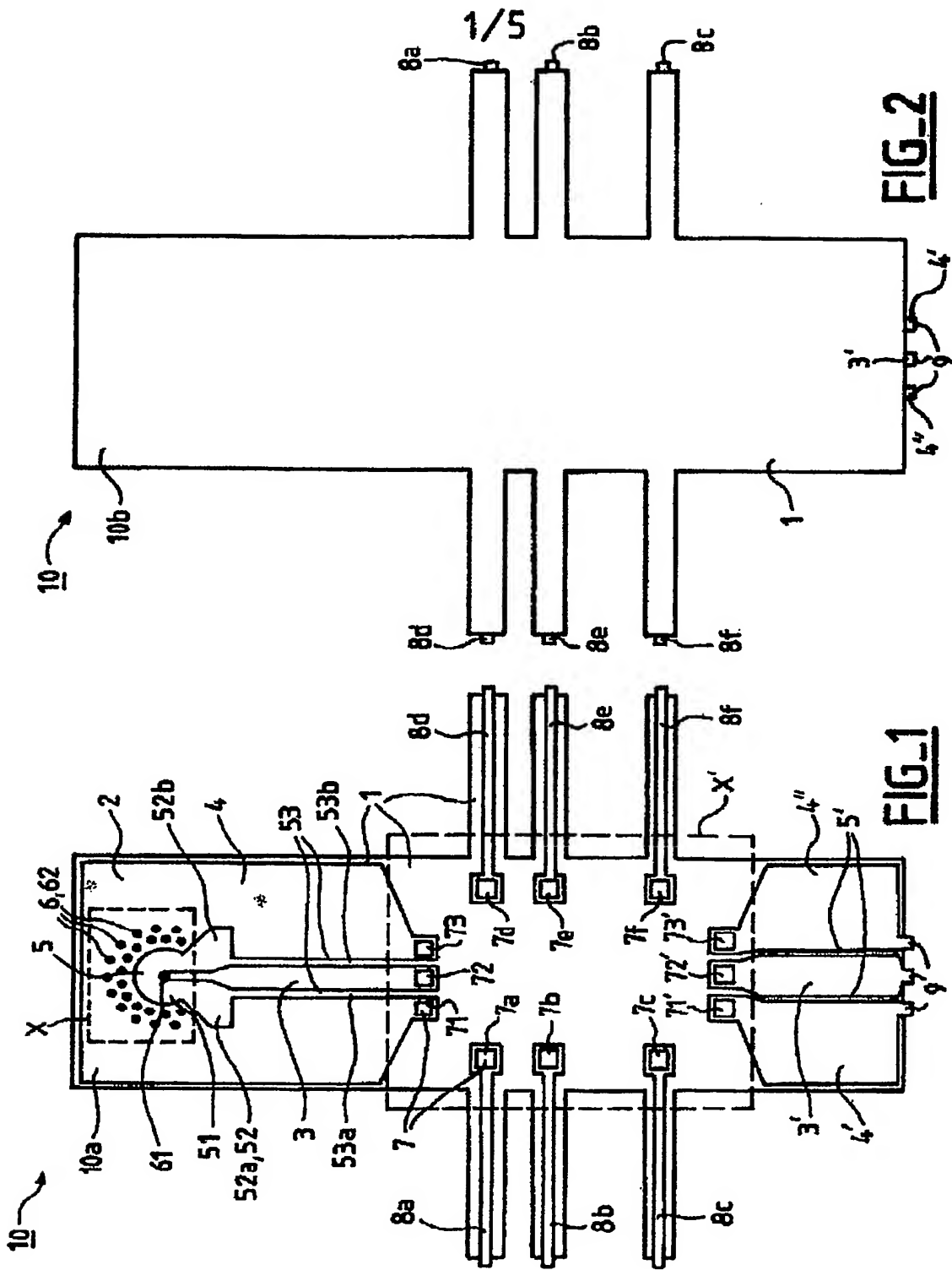
11. Procédé de fabrication d'un agencement (100) selon la revendication 10 caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- 15 - une étape de formation de l'autre plage métallique de brasure (7) du circuit flexible HDI (10) par dépôt de type physique en phase vapeur,
- une étape de formation de la plage métallique de contact du composant électronique actif (50),
- 20 - une étape de montage par retournement et par brasure du composant électronique actif sur le circuit flexible HDI.

12. Procédé de fabrication d'un équipement optoélectronique (300) selon l'une des revendications 8 ou 9 caractérisé en ce qu'il comprend les étapes de fabrication d'un agencement (100) selon l'une des revendications 10 ou 11 et en ce qu'il comprend une étape de maintien de l'agencement et du système optique dans ledit boîtier incluant le coudage du circuit flexible HDI (10).

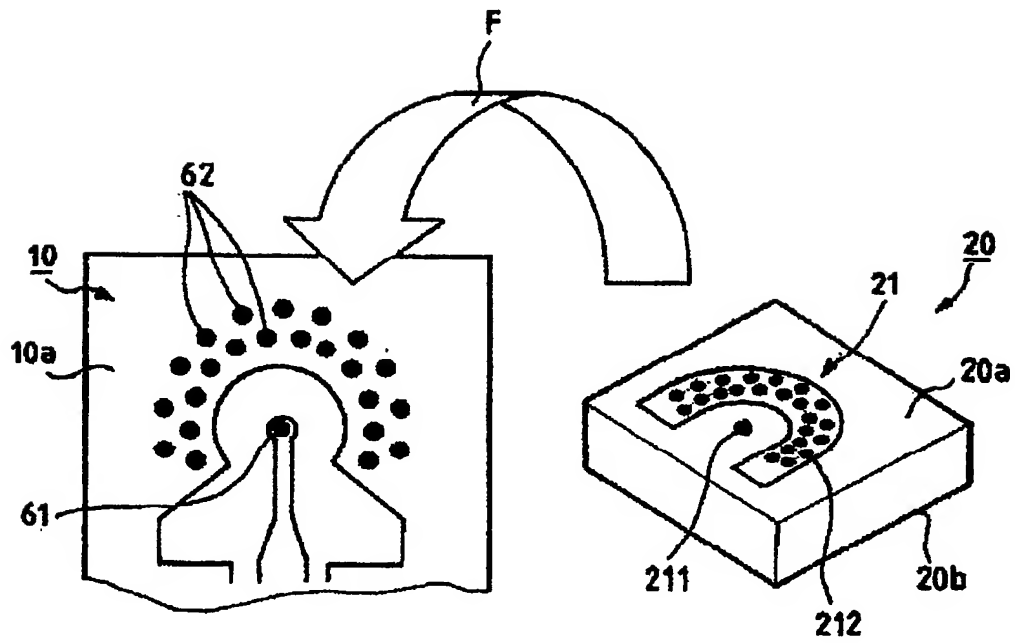
13. Procédé de fabrication d'un équipement optoélectronique (300) selon la revendication 12 caractérisé en ce que, le système optique comportant une fibre optique (30), l'étape de maintien de l'agencement et de la fibre optique dans le boîtier inclut :

- le collage de la fibre optique dans l'une des faces latérales transversales (62) et le collage du composant électronique actif (50) dans le fond du boîtier (61),
  - la soudure de l'extrémité du circuit flexible HDI (10) sur une interconnexion disposée au niveau de l'autre des faces latérales transversales du boîtier (63).
- 5



2/5

FIG\_3



3/5

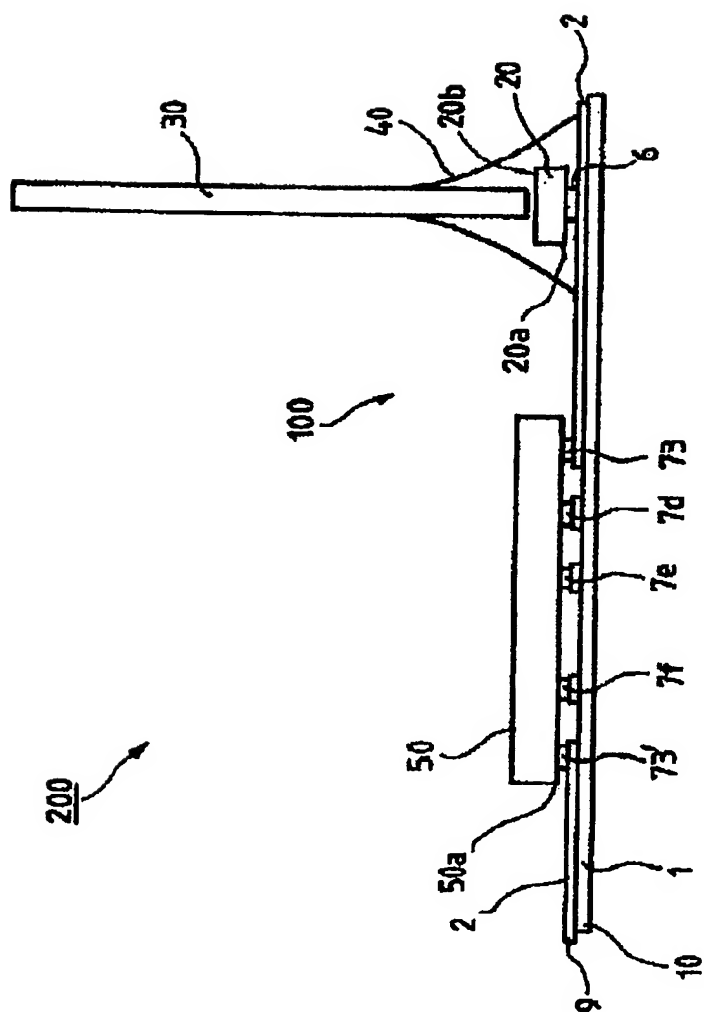


FIG-4

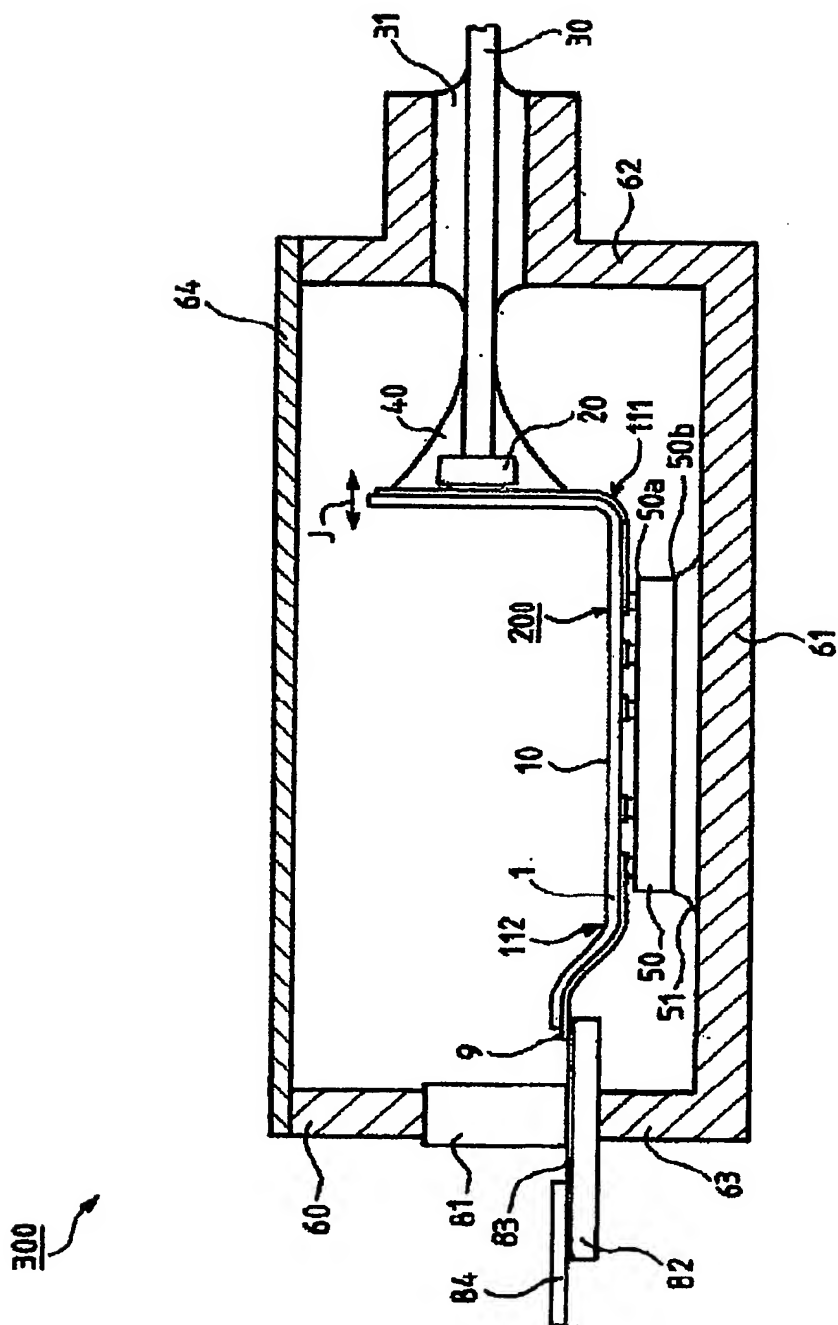


FIG. 5

5/5

